

В.П. Зубарь, Г.И. Ищенко, М.В. Чопенко, Харьков, Украина

## **К ВОПРОСУ О РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛЕЗВИЙНОГО ИНСТРУМЕНТА С ПОКРЫТИЯМИ**

*У статті розглянуті причини підвищення стійкості лезового інструменту з зносостійкими покриттями. Показана роль загальмованого шару, що виникає на поверхні інструменту в процесі різання на його стійкість. Показано так само роль тонкоплівкового покриття в міцному утриманні загальмованого шару на інструменті.*

*В статье рассмотрены причины повышения стойкости лезвийного инструмента с износостойкими покрытиями. Показана роль заторможенного слоя, возникающего на поверхности инструмента в процессе резания на его стойкость. Показано так же роль тонкопленочного покрытия в прочном удержании заторможенного слоя на инструменте.*

*The mechanism of increase of wear resistance of film coated tools have been discussed. The prospects of usage of film coating on cutting tools were demonstrated.*

Практически весь выпускаемый сегодня лезвийный инструмент имеет на рабочих поверхностях защитные покрытия, повышающие его износостойкость. При этом покрытия у различных изготовителей весьма разнообразны – от простых однослойных до сложных многослойных. Рекомендации по применению того или иного инструмента с различными покрытиями так же разнообразны.

Анализ различных литературных источников показывает, что объяснений механизма повышенной износостойкости инструмента с покрытиями так же много. Однако многие из этих объяснений не могут убедительно ответить на вопрос – почему такое тонкое покрытие 3 – 10 мкм, причем находящееся в очень сложных условиях процесса резания, так существенно влияет на стойкость инструмента? Почему повышается стойкость инструмента без покрытия, но поверхности которого подверглись ионной «обдирке» перед нанесением покрытия? Здесь очевидно, что объяснение о том, что происходит заживление микротрещин на поверхности инструмента при «обдирке», не может объяснить природу такого повышения стойкости.

Для более полного объяснения повышения износостойкости инструмента с покрытиями следует рассмотреть особенности процесса резания таким инструментом.

Как известно, при лезвийной обработке наростообразующих материалов на передней поверхности инструмента в определенном скоростном интервале образуется нарост, причины, образования которого хорошо объясняет схема резания предложенная Н.Н. Зоревым:

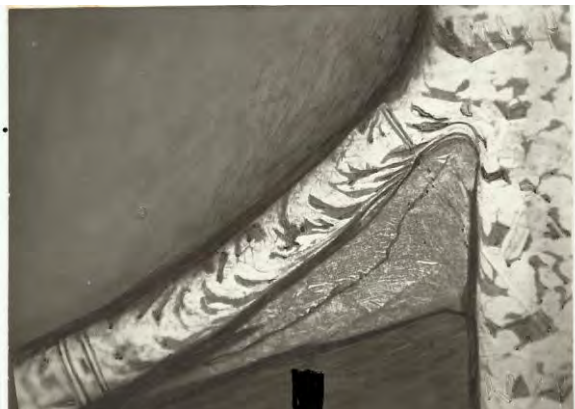


Рисунок 1 – Нарост на резце

Данная схема резания показывает обязательность наличия заторможенного слоя, который в зависимости от градиента температур может вырастать высоким наростом Рис 1, либо вырождаться в тончайший слой неподвижного металла. На Рис. 2 приведена известная зависимость высоты нароста от скорости резания.

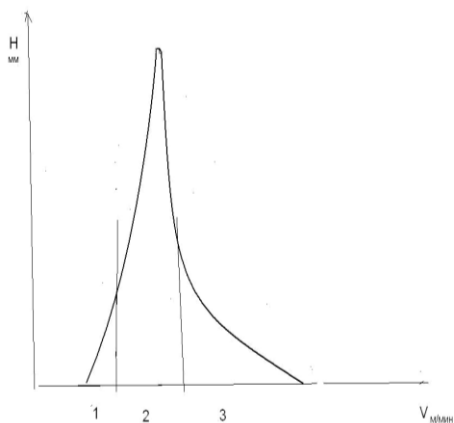


Рисунок 2 – Зависимость высоты нароста от скорости резания

Как видно из рисунка с ростом скорости резания, а, следовательно температуры уплотненный слой – нарост – растет достигая во втором интервале скоростей резания наибольшей величины. При этом площадь контакта, через которую подводится тепло, становится меньше площади, через которую тепло отводится в инструмент. Первая и вторая скоростные зоны соответствуют неустойчивому состоянию нароста. Нарост здесь может часто срываться. В этих зонах частота срывов нароста может достигать сотен и даже тысяч в секунду. Колебания, вызванные срывами нароста, заклинивание нароста между обрабатываемой поверхностью и режущей кромкой – интенсифицируют износ инструмента.

В третьем скоростном интервале нарост в значительной степени вырождается и стабилизируется, превращаясь в сравнительно тонкий заторможенный слой толщина которого составляет десятки и сотни микрометров. Характерной особенностью этого заторможенного слоя является то, что его поверхность со стороны инструмента сравнительно неподвижна. Поверхность же со стороны стружки благодаря внутреннему трению разогрета больше чем прилегающая со стороны инструмента, находится в состоянии эвтектики и непрерывно обновляется. Устойчивость заторможенного слоя в третьей скоростной зоне и предопределяет повышенную работоспособность инструмента. На Рис. 3 показана известная зависимость ресурса режущего инструмента (длины пути

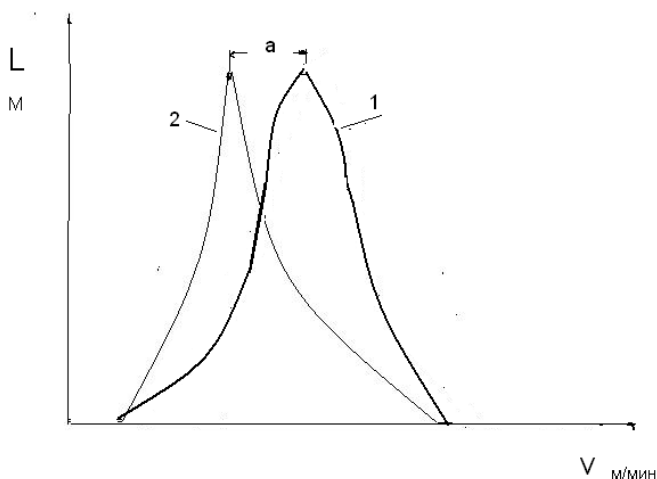


Рисунок 3 – Зависимость ресурса режущего инструмента  $L$  от скорости резания (кривая 1) и, для сравнения высота нароста  $H$  (кривая 2).

резания) от скорости резания (кривая 1) Для сравнения здесь же приведена зависимость высоты нароста от скорости резания из Рис 1 (кривая 2) Как видно из рисунка наивысший ресурс инструмента ( $L = \max$ ) соответствует третьей зоне – зоне устойчивого заторможенного слоя. Расстояние между максимумами кривых ресурса инструмента и наростообразования ( $a$ ) зависит от теплопроводности режущего инструмента. Таким образом, износостойкость режущего инструмента в значительной мере зависит от прочности удержания заторможенного слоя на поверхности инструмента.

Как показали многочисленные наблюдения, на поверхности режущего инструмента с покрытием часто остается заторможенный слой, прочно удерживаемый покрытием. Отсюда можно сделать вывод о том, что адгезионная связь заторможенного слоя с покрытием выше, чем с поверхностью непокрытого резца. Это вытекает из предпосылки, что высокая адгезия ювенильной поверхности вновь образованного металла с сильно дефектной поверхностью покрытия образуют прочную связь, хорошо удерживающую заторможенный слой, который в свою очередь предохраняет инструмент от износа. Из рассмотрения Рис. 3 видно, что чем толще заторможенный слой, тем выше ресурс инструмента, однако и тем вероятнее срывы этого слоя. Вот почему при спокойном резании возможно получать больший эффект применяя покрытия. Это хорошо подтверждается практикой. Так на массовых операциях - отрезке колец из стали ШХ15 отрезные резцы с покрытием показывали весьма большую стойкость.

По нашему мнению, к существующим на сегодняшний день объяснениям повышенной износостойкости режущих инструментов с покрытиями, может быть добавлено еще и рассмотренное выше.

**Список использованных источников:** 1. Зубарь В. П., и др. К вопросу о работоспособности режущего инструмента с покрытиями// Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Вип. 3. – Харків : НТУ «ХПІ», 2009. – С. 145–147.

*Поступила в редколлегию 15.06.2012*